

## UTILIZAÇÃO DA LINGUAGEM DE PRAGAMAÇÃO PYTHON PARA ANÁLISE E VISUALIZAÇÃO DE DADOS METEOROLÓGICOS

Otávio Medeiros Feitosa<sup>1</sup>;  
Leonardo Calvetti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – otaviomf123@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – lcalvetti@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

Em 2004 a Universidade Corporativa para Pesquisa em Atmosfera dos Estados Unidos (UCAR) lançou uma biblioteca com diversos scripts para visualização de informações meteorológicas, desde simples gráficos de evolução no tempo e espaço até complexos diagramas termodinâmicos (PyNGL, 2016). Foi um importante passo para a disseminação do uso da linguagem Python na comunidade científica meteorológica. Em 2013, um pacote de bibliotecas para leitura e visualização de dados de radares meteorológicos denominado Py-ART foi lançado como software livre pelo Programa de Medições em Radiação Atmosférica do Departamento de Energia dos EUA (HELMUS; COLLIS, 2016). Estes dois softwares juntamente com o já consolidado Matplotlib (DROETTBOOM et al., 2016) revolucionaram a visualização científica meteorológica mundial, facilitando a leitura, o processamento e a visualização de dados de sensores locais e remotos bem como de resultados de simuladores numéricos, possibilitando maior agilidade e qualidade na análise de resultados de pesquisas. O presente artigo tem como finalidade demonstrar a capacidade e potencial da linguagem de programação Python para processamento, análise e visualização de dados meteorológicos por meio dos pacotes Py-ART e Matplotlib com dois tipos de dados, estação de superfície e radar meteorológico, de modo a disseminar o seu uso e analisar o potencial e avaliar possíveis deficiências.

### 2. METODOLOGIA

Para a presente pesquisa foram realizados 3 exemplos do uso desta linguagem, um com dados de estação de superfície e dois com dados de radar meteorológico. Para dados de estação meteorológica de superfície foi escolhida a estação de Colina-SP (Latitude:20.71, Longitude: -48.53 e altitude de 588,85 metros) para representar uma área continental no centro do país. Os dados foram obtidos do Centro integrado de informações agro-meteorológicas (Ciiagro). Para os dados de radar foi selecionado radar norte-americano LOT (Latitude: 41.599, Longitude: -88.080) localizado no estado de Illinois nos EUA, pertencente ao NEXRAD (Next Generation Radar), pois são dados utilizados em diversas pesquisas científicas e disponibilizados via website. Os dados de radar foram obtidos no site do UCAR (University Cooperation for Atmospheric Research). Para leituras dos dados, foram utilizados módulos do Python que contenham bibliotecas para leitura e visualização de rápida implementação. As bibliotecas do Matplotlib utilizadas para plotagem foram: Pandas para leitura de colunas; Py-art, modulo de extração e leitura de informações do radar (neste caso utilizamos as funções NEXRAD),Numpy para dimensionamento de objetos array. Os scripts foram desenvolvidos na versão 2.7 do Python com base nos trabalhos de Borges (2010).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para representar um gráfico do tipo meteograma, ou seja, gráfico no qual observa-se a evolução temporal de uma variável meteorológica, foi utilizado uma combinação de plotagem de temperatura máxima e mínima para a estação meteorológica de Colina-SP (Figura 1). Os dados da estação estão em formato ASCCI, em forma de tabela, onde no eixo x corresponde as datas e no eixo y as duas variáveis de temperatura. Para a plotagem foi utilizado a biblioteca Matplotlib a qual é possível alterar diversas características da visualização, desde a espessura das linhas bem como o controle do tamanho da fonte dos eixos.

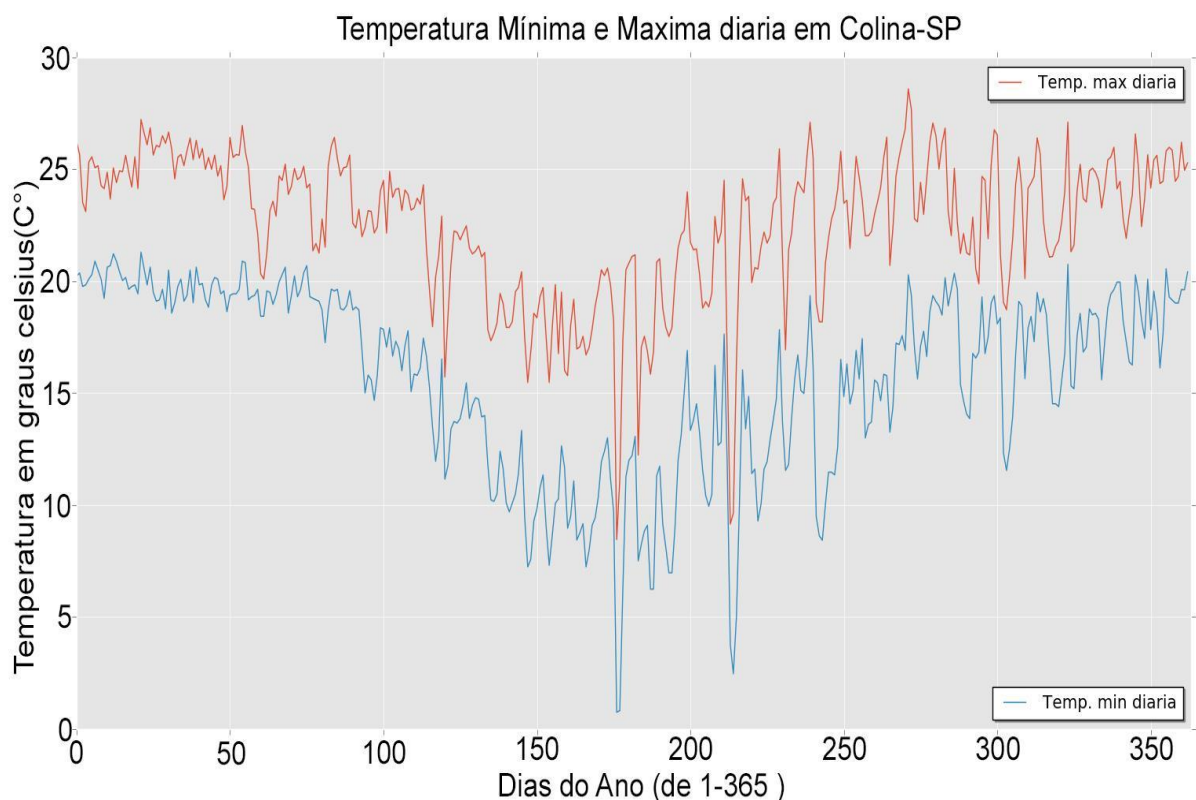


Figura 1: Gráfico de temperatura mínima (linha azul) e máxima (linha vermelha) para a estação meteorológica de Colina - SP para o ano de 2011.

O campo de refletividade medido por radar meteorológico foi plotado no plano x;y para o radar de Illinois-EUA (Figura 2). Para demonstrar a capacidade de integração com outros sensores remotos, os dados de radar foram plotados sobre uma imagem de satélite. Para esta plotagem foram utilizadas bibliotecas do Py-art com as funções Nexrad para leitura dos dados do radar, e as bibliotecas do Matplotlib para gerar a imagem. O pyart apresenta uma grande facilidade de escolhas de opções e combinado com as bibliotecas do matplotlib, onde é possível alterar valores das escalas, local a ser plotado a partir da distância do radar.

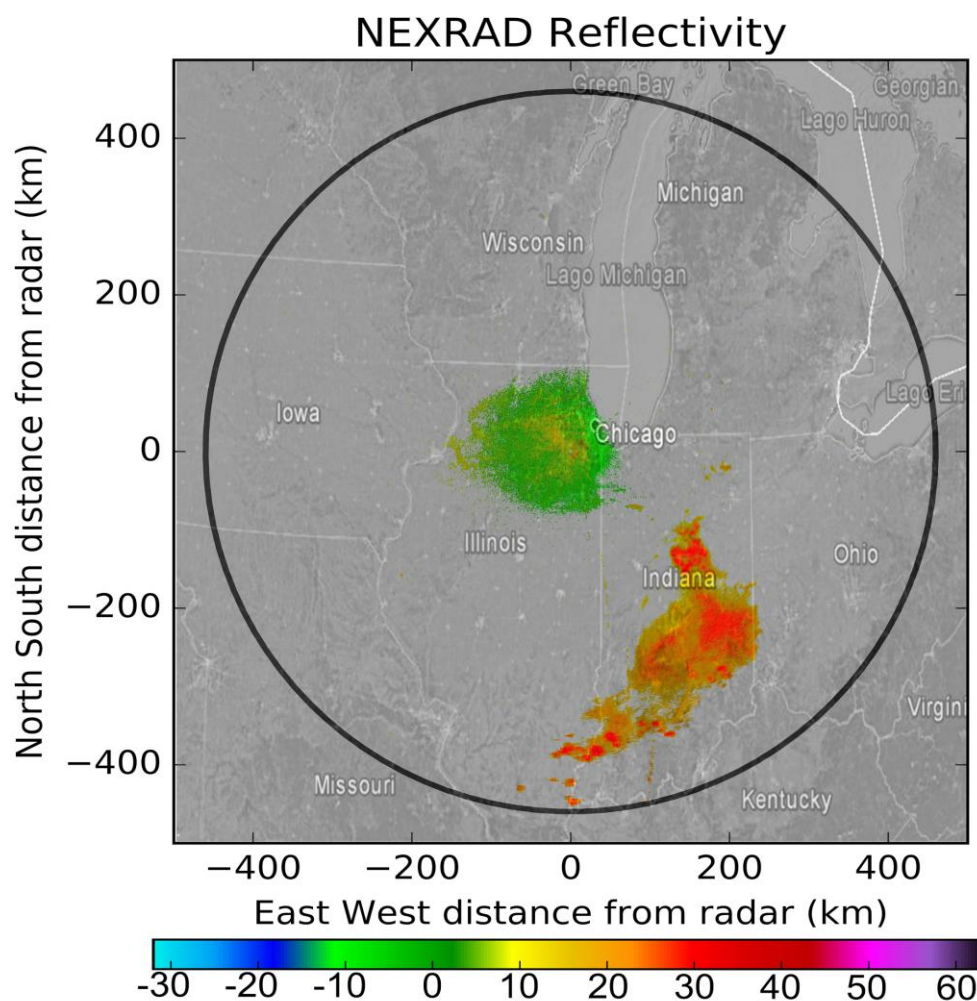


Figura 2: Refletividade do Radar Meteorológico de Illinois-EUA para o dia 18 de julho de 2016 as 17 01 UTC (horário universal). Os dados estão plotados na distância de 400 km em x e y com antena posicionada na elevação de 0°. Ao fundo uma imagem de satélite com informações da cobertura de solo e topografia.

Uma outra plotagem de dados de radar foi realizada para demonstrar a capacidade de visualizar seções verticais a partir de volumes coletados por diversas varreduras da antena do radar meteorológico. Para isto, foi selecionado o azimute de 120° no volume do dia 18 de julho de 2016 às 18 56 UTC e utilizado o módulo RHI do Py-ART. Observa-se na Figura 3 que o dado visualizado é de uma seção vertical, onde o dado em vermelho representa a evolução de uma nuvem cumulonimbus com grande organização vertical a cerca de 180 km de distância do radar. Este tipo de plotagem é muito importante para a detecção da severidade das tempestades e para análise do desenvolvimento e ciclo de vida dos fenômenos meteorológicos. A escala de cores da refletividade e o arquivo de volume de dados do radar foi o mesmo utilizado na Figura 2. Observa-se ainda que o feixe eletromagnético emitido pelo radar se propaga na atmosfera de forma exponencial devido ao conteúdo de água (Rinehart, R.E. 2004).

O Py-art, módulo utilizado para a plotagem dos dados de radar sem dúvida é uma ferramenta muito útil para processamento, graças ao seu algoritmo de radares meteorológicos tem capacidade para processar informações de diversos tipos de radares, entre os formatos suportados estão os Sigmnet/IRIS, MDV, CF/Radial, UF, e NEXRAD Level II, assim como suas opções de seleção de informações específicas do arquivo de radar como demonstrados nas figuras 3 e 4.

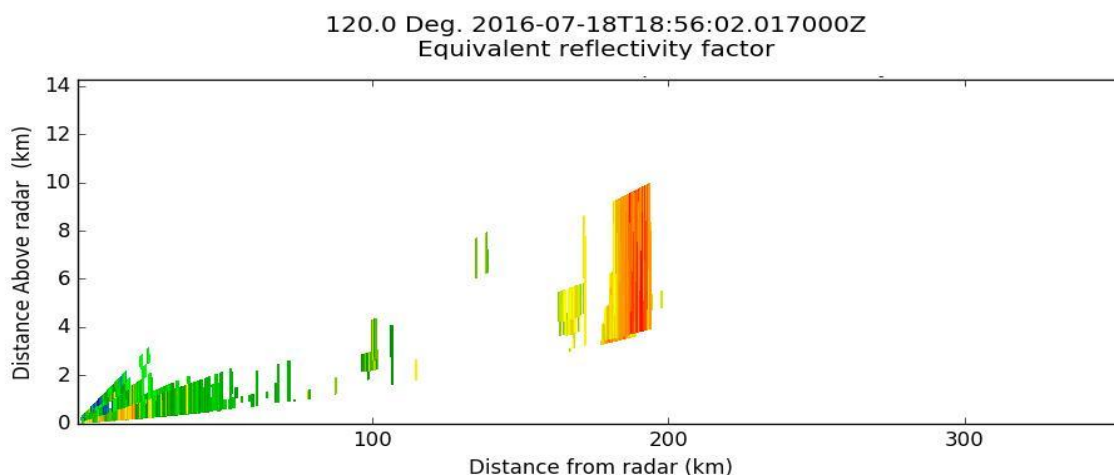


Figura 3: No eixo X e Y, valores correspondentes da distância em relação ao radar em quilômetros (km). Refletividade fixada no azimuth 160 ° para o dia 18 de julho 2016 UTC.

#### 4. CONCLUSÕES

Foram processados dados de estação meteorológica e dados de radar utilizando os novos pacotes baseados na linguagem Python. Com grande interatividade e boa disponibilidade de módulos para dados muito específicos como os de radar meteorológico, concluiu-se que a linguagem Python e os pacotes Py-ART e Matplotlib combinados possuem um grande potencial de uso no processamento e visualização de informações meteorológicas tanto para uso científico quanto para uso em atividades operacionais. Este resultado é muito importante pois esses resultados poderão ser aplicados aos dados do radar Meteorológico da UFPEL que estará em funcionamento em breve fornecendo um grande apoio aos trabalhos científicos de estudantes, professores e pesquisadores da UFPEL e comunidade científica em geral.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Borges, L.E. **Python para desenvolvedores**. Rio de Janeiro: Edição do Autor, 2010. 2v acessado em 27 de julho de 2016 Disponível em: [https://ark4n.files.wordpress.com/2010/01/python\\_para\\_desenvolvedores\\_2ed.pdf](https://ark4n.files.wordpress.com/2010/01/python_para_desenvolvedores_2ed.pdf)  
Rinehart, R.E. **Radar for Meteorologists**. Rinehart Publications, 2004. 5v

Python, acessado em 22 de julho de 2016 Disponível em: <https://www.python.org>

Noaa NEXRAD Products, acessado em 22 de julho de 2016 Disponível em: <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/radar-data/nexrad-products>.

Helmus, J.J.; Collis, S.M. The Python ARM Radar Toolkit (Py-ART), a Library for Working with Weather Radar Data in the Python Programming Language. *Journal of Open Research Software*. 4(1), p.e25. acessado em 22 de julho de 2016 disponível em: <http://doi.org/10.5334/jors.119>

DROETTBOOM, M. et al.. Matplotlib v1.5.1. **Zenodo**. doi:10.5281/zenodo.44579. 2016.

PyNGL, The Python NCAR Command Language. Acessado em 03 ago 2016. Disponível em <https://www.pyngl.ucar.edu>.